

Abstract of corresponding document: DE 69324735

This invention relates to a motion estimating method and an apparatus therefor, and aims at providing a motion estimating method and apparatus in which an error value generated at an estimation of motion for determining the motion vector is used a more precise estimation in, especially, DPCM (Differential Pulse Code Modulation) system for codifying digital image signals. The motion estimating method and the apparatus therefor according to the present invention are capable of greatly reducing the signal processing quantity required to detect a motion vector of a semi-picture element unit, by generating an error value, which is among the error values used for the detection of a motion vector of a picture element unit, by comparing an image signal between an image block in a preceding frame corresponding to a motion vector to be detected and an image block in the present frame to be motion-estimated, with an image signal between an image block generated by moving the image block in the preceding frame by a distance corresponding to one picture element in both the lateral and longitudinal directions and the image block in the present frame; detecting a vertical component of a motion vector of a semi-picture element unit by vertically comparing the error value thus generated; and detecting a horizontal component of the motion vector of a semi-picture element unit by horizontally comparing the same error value.



19 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

12 **Übersetzung der
europäischen Patentschrift**

97 **EP 0 579 844 B 1**

10 **DE 693 24 735 T 2**

51 Int. Cl.⁶:
H 04 N 7/32
H 04 N 5/14

21	Deutsches Aktenzeichen:	693 24 735.5
86	PCT-Aktenzeichen:	PCT/KR93/00009
96	Europäisches Aktenzeichen:	93 904 378.2
87	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 93/16556
86	PCT-Anmeldetag:	6. 2. 93
87	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	19. 8. 93
97	Erstveröffentlichung durch das EPA:	26. 1. 94
97	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	6. 5. 99
47	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	14. 10. 99

DE 693 24 735 T 2

30 Unionspriorität:
184592 08. 02. 92 KR

73 Patentinhaber:
Samsung Electronics Co. Ltd., Suwon, Kyonggi, KR

74 Vertreter:
Betten & Resch, 80469 München

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

72 Erfinder:
JEONG, Je Chang, Seoul 137-130, KR; AHN, Woo
Youn, Suwon-City, Kyungki-do 441-373, KR

54 **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BEWEGUNGSSCHÄTZUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 693 24 735 T 2

21.05.99

93 904 378.2

5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Bewegungs-
schätzverfahren für ein Bildsignal, mit den Schritten:
Vergleichen eines Blocks von Pixeln eines Vollbildes
eines Bildsignals mit gleich großen Blöcken von Pixeln
innerhalb eines Bereichs des vorangehenden Vollbildes, um
10 einen Fehlerwert für jeden möglichen Vergleich zu erzeugen;
Erzeugen eines Einpixelauflösung-Bewegungsvektors
auf der Grundlage der Fehlerwerte; Erzeugen eines Halb-
pixelauflösung-Bewegungsvektors auf der Grundlage des
Fehlerwerts des Blocks an der Position, die vom Einpixel-
15 auflösung-Bewegungsvektor identifiziert wird, und den
Fehlerwerten für die Blöcke an den Positionen, die hier-
von um ein Pixel längs zweier orthogonaler Achsen ver-
schoben sind; und Summieren der Einpixel- und Halbpixel-
auflösung-Bewegungsvektoren, um einen Ausgangsbewegungs-
20 vektor zu erzeugen.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich ferner auf eine
Bildsignal-Bewegungsschätzvorrichtung, mit: einer
Sucheinrichtung zum Vergleichen eines Pixelblocks eines
25 Vollbildes eines Bildsignals mit gleich großen Blöcken
von Pixeln innerhalb eines Bereichs des vorangehenden
Vollbildes, um einen Fehlerwert für jeden möglichen
Vergleich zu erzeugen, und zum Erzeugen eines Einpixel-
auflösung-Bewegungsvektors auf der Grundlage der Fehler-
30 werte; einer Einrichtung zum Erzeugen eines Halbpixelauf-
lösung-Bewegungsvektors auf der Grundlage des Fehlerwerts
des Blocks an der Position, die durch den Einpixelauf-
lösung-Bewegungsvektor identifiziert wird, und der Fehler-
werte für die Blöcke an den Positionen, die hiervon um
35 ein Pixel längs zweier orthogonaler Achsen verschoben

21.05.99

sind; und einer Einrichtung zum Summieren der Einpixel- und Halbpixelauflösung-Bewegungsvektoren.

Im allgemeinen gibt es mehrere Codierungsverfahren, um
5 die Übertragung von Daten in einer Bildsignalverarbeitungs-
vorrichtung weiter effizient zu komprimieren unter
Verwendung nachfolgender digitaler Bildsignale, wie z. B.
HDTV (hochauflösendes Fernsehen), Digital-VTR (digitaler
Videorecorder) und Multimedia und dergleichen. Das DPCM-
10 Verfahren codiert das Digitalsignal unter Verwendung der
Datenkorrelation, die zwischen benachbarten Vollbildern
des Bildsignals vorhanden ist.

Im Fall der Codierung eines Signals, das die Differenz
15 zwischen benachbarten Vollbildern mit Verstreichen der
Zeit darstellt, unter Verwendung des DPCM-Verfahrens
ergibt sich ein Nachteil, da für ein aktives Bild sehr
viel mehr Daten codiert werden müssen als für ein ruhiges
Bild. Die Ermittlung der Bewegung eines bestimmten Blocks
20 des vorangehenden Vollbildes in eine neue Position im
vorliegenden Vollbild, die die beste Übereinstimmung
zwischen Blöcken in vorangehenden und vorliegenden Voll-
bildern ermittelt, ermöglicht jedoch die Durchführung
einer effizienten Datenkompression, da die Signaldiffe-
25 renzwerte ähnlicher Blöcke in aufeinanderfolgenden Voll-
bildern klein sind. Daher sind in der DPCM-Bewegungs-
schätzung die Daten, die die Differenz zwischen den
Bildblöcken in aufeinanderfolgenden Vollbildern darstel-
len, codiert, wodurch die Übertragungseffizienz gesteig-
30 ert wird. Im Bewegungsschätzverfahren stellt ein Bewe-
gungsvektor die Richtung und Größe der Verschiebung
zwischen den Bildblöcken in aufeinanderfolgenden Vollbil-
dern dar.

35 Es gibt mehrere Verfahren, mit denen eine Pixeleinheit
eine Bewegungsschätzung durchführen kann. Im allgemeinen

21.05.99

ist die Verschiebung zwischen aufeinanderfolgenden Vollbildern keine ganze Anzahl von Pixeln. Als Ergebnis werden in die Bewegungskompensation Fehler eingeführt. Es wird daher eine Subpixel-Einheit verwendet, um die Auflösung der Bewegungskompensation zu steigern und die Fehler zu reduzieren. Die Auflösung kann z. B. um ein halbes Pixel erhöht werden. Ein herkömmliches Verfahren der Bewegungsschätzung mit einer Halbpixelauflösung wird im folgenden kurz beschrieben.

10

Die Vorrichtung der Fig. 1 umfaßt einen $N_1 \times N_2$ Blockkonstruktor 1 zum Empfangen eines Bildsignals vom vorliegenden Vollbild und Konstruieren eines Bildblocks, der aus $N_1 \times N_2$ Pixeln besteht; einem $M_1 \times M_2$ Suchbereichskonstruktor 2 zum Empfangen des Bildsignals des vorangehenden Vollbildes und Konstruieren des Bildblocks, der aus $M_1 \times M_2$ Pixeln besteht; eine erste Sucheinheit 3 zum Empfangen des Bildsignals, das vom $N_1 \times N_2$ Blockkonstruktor 1 und vom $M_1 \times M_2$ Suchbereichskonstruktor 2 ausgegeben wird und einen ersten Bewegungsvektor $MV1$ einer Pixeleinheit erfaßt; eine Halbpixel-Interpolationseinheit 4 zum Aufnehmen der Bildsignale, die vom $M_1 \times M_2$ Suchbereichskonstruktor 2 und der ersten Sucheinheit 3 ausgegeben werden, und Berechnen eines Bildsignalwerts an einer Halbpixel-Stelle um die Referenzpixel, wobei der Bildblock innerhalb des vorangehenden Vollbildes, der vom ersten Bewegungsvektor $MV1$ ermittelt wird, der von der ersten Sucheinheit 3 erfaßt worden ist, und die Bildblöcke verwendet werden, die erhalten werden durch Bewegen des Bildblocks in Intervallen von einem Pixel; eine zweite Sucheinheit 5 zum Aufnehmen des Bildsignals, das vom $N_1 \times N_2$ Blockkonstruktor 1 und der Halbpixel-Interpolationseinheit 4 ausgegeben wird, und zum Ausgeben eines zweiten Bewegungsvektors $MV2$ einer Halbpixeleinheit; und eine Summierungseinheit 6 zum Aufnehmen und Summieren der Ausgangssignale $MV1$, $MV2$ von

der ersten Sucheinheit 3 und der zweiten Sucheinheit 5 und zum Ausgeben eines Bewegungsvektors MV.

Der $N_1 \times N_2$ Blockkonstruktor 1 empfängt das Bildsignal des vorliegenden Vollbildes und speichert das Eingangssignal in einer Größe von $N_1 \times N_2$ Blöcken. Gleichzeitig mit dem Eingeben des Bildsignals des vorliegenden Vollbildes empfängt der $M_1 \times M_2$ Suchbereichskonstruktor 2 das Bildsignal des vorangehenden Vollbildes und konstruiert einen Suchbereich mit der Größe $M_1 \times M_2$. Die erste Sucheinheit 3 bewegt den $N_1 \times N_2$ Block des vorliegenden Vollbildes um eine Pixeleinheit innerhalb des Suchbereichs des vorangehenden Vollbildes. Beim Vergleichen der Daten einer Pixeleinheit zwischen zwei Blöcken wird der erste Bewegungsvektor MV1 einer Ganzzahl-Pixeleinheit berechnet mittels eines Blockortes innerhalb des Suchbereichs, an dem ein mittlerer quadratischer Fehler MSE oder ein mittlerer absoluter Fehler MAE minimal ist. Der erste Bewegungsvektor MV1 einer Ganzzahl-Pixeleinheit, der von der ersten Sucheinheit 3 erzeugt worden ist, wird an die Summierungseinheit 6 und die Halbpixel-Interpolationseinheit 4 ausgegeben. Die Halbpixel-Interpolationseinheit 4 interpoliert linear die Referenzpixel eines angegebenen Blocks innerhalb des vorangehenden Vollbildes mittels des ersten Bewegungsvektors MV1 einer Ganzzahl-Pixeleinheit und der umgebenden Pixel, berechnet Halbpixel-Werte und gibt anschließend die berechneten Werte an die zweite Sucheinheit 5 aus.

In Fig. 2 zeigt "O" Intervalle einer Pixeleinheit und "x" Intervalle einer Halbpixel-Einheit. Die zweite Sucheinheit 5 bewegt den Bildblock des vorangehenden Vollbildes, der dem ersten Bewegungsvektor MV1 einer Ganzzahl-Pixel-einheit entspricht, jeweils um ein halbes Pixel in jede Richtung, sucht einen Ort eines minimalen Bewegungskompensationsfehlers unter den Orten x der erhaltenen acht

Halbpixel-Bewegungsvektoren und des ersten Bewegungsvektors MV_1 und gibt eine der Vektorkomponenten $(-1/2, 0, 1/2)$ aus, d. h. einen kleinen gesteuerten Wert einer Halbpixel-Einheit. Die Summierungseinheit 6 summiert den
5 ersten Bewegungsvektor MV_1 einer Ganzzahl-Pixeleinheit, der von der ersten Sucheinheit 3 ausgegeben worden ist, und den zweiten Bewegungsvektor MV_2 einer Halbpixel-Einheit von der zweiten Sucheinheit 5, um einen vollständigen Bewegungsvektor MV für die Bewegungsschätzung
10 auszugeben. Zum Beispiel summiert die Summierungseinheit 6 die Horizontalkomponente $(-1/2)$ des zweiten Bewegungsvektors MV_2 einer Halbpixel-Einheit von der zweiten Sucheinheit 5 zum Bewegungsvektor $(MV = (x, y))$ einer Pixeleinheit von der ersten Sucheinheit 3 und ermittelt
15 anschließend den Bewegungsvektor $(MV = (x-1/2, y))$.

Das obenerwähnte herkömmliche Verfahren ermittelt den Ort der Blöcke unter Verwendung des Bewegungsvektors einer Pixelintervalleinheit, interpoliert linear die entsprechenden Pixelwerte zwischen dem ermittelten Block und den
20 umgebenden Pixeln des Blocks. Das Verfahren verwendet die interpolierten Halbpixel-Werte und die Blockpixelwerte des vorliegenden Vollbildes, die anhand des Bewegungsvektors einer Ganzzahl-Pixeleinheit ermittelt worden sind,
25 und wählt unter acht Halbpixel-Bewegungspositionen den ähnlichsten Block aus, nämlich "x" der Fig. 2. Dementsprechend besitzt das herkömmliche Verfahren den Nachteil, daß es zu lange dauert, um die Daten zu verarbeiten und eine Halbpixelauflösung-Schätzung des Bewegungsvektors zu liefern.
30

Andere Bewegungsschätzsysteme des Standes der Technik verwenden eine parabolische Kurvenanpassung. Beispiele solcher Systeme sind zu finden in digital spectrum compatible, Technical Details, 23. September 1991, Zenith and
35 AT&T, USA, S. 13-16, und in EP-A-0468279.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die obenerwähnten Probleme zu lösen.

5 Ein Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Erzeugung des Halbpixelauflösung-Vektors für jede der orthogonalen Achsen die Schritte umfaßt: Vergleichen der Fehlerwerte eines ersten der verschobenen Blöcke mit dem um einen Faktor modifi-
10 zierten zweiten der verschobenen Blöcke; Vergleichen der Fehlerwerte des zweiten der verschobenen Blöcke mit dem um einen Faktor modifizierten ersten der verschobenen Blöcke; und Ausgeben eines Halbpixel-Bewegungsvektorsignals auf der Grundlage dieser Vergleiche.

15

Das Vergleichen der ersten und zweiten verschobenen Blockfehlerwerte umfaßt vorzugsweise die Schritte: Ermitteln der Differenz zwischen jedem der verschobenen Blockfehlerwerte und des Fehlerwerts für den Block an der
20 Position, die vom Einpixelauflösung-Bewegungsvektor identifiziert wird, um erste und zweite Differenzwerte (a, b) zu erzeugen; Vergleichen des ersten Differenzwerts (a) mit dem mit einem Faktor multiplizierten zweiten Differenzwert (b); und Vergleichen des zweiten Differenz-
25 werts (b) mit dem mit einem Faktor multiplizierten ersten Differenzwert (a).

Der Schritt des Ausgebens eines Halbpixel- Bewegungsvektorsignals auf der Grundlage dieser Vergleiche umfaßt
30 vorzugsweise die Schritte: Ausgeben eines ersten Signals, wenn der erste Differenzwert größer ist als der mit einem Faktor multiplizierte zweite Differenzwert; Ausgeben eines zweiten Signals, wenn der zweite Differenzwert größer ist als der mit einem Faktor multiplizierte erste
35 Differenzwert; und Ausgeben eines dritten Signals, wenn weder der erste Differenzwert größer ist als der mit

21.05.99

einem Faktor multiplizierte zweite Differenzwert noch der zweite Differenzwert größer ist als der mit einem Faktor multiplizierte erste Differenzwert, wobei die ersten, zweiten und dritten Signale Halbpixelauflösung-Bewegungsvektorwerte von $+1/2$ Pixel, $-1/2$ Pixel und 0 Pixel anzeigen.

Der Einpixelauflösung-Bewegungsvektor wird vorzugsweise auf der Grundlage der Fehlerwerte ermittelt mittels einer Einrichtung zum Erzeugen eines Halbpixelauflösung-Bewegungsvektors auf der Grundlage des Fehlerwerts des Blocks an der Position, die durch den Einpixelauflösung-Bewegungsvektor definiert ist, und den Fehlerwerten für die Blöcke an den Positionen, die hiervon um ein Pixel längs der zwei orthogonalen Achsen verschoben sind; und einer Einrichtung zum Summieren der Einpixel- und Halbpixelauflösung-Bewegungsvektoren.

Eine Bildsignalbewegungsschätzvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Erzeugen des Halbpixelauflösung-Vektors für jede der orthogonalen Achsen umfaßt: eine erste Vergleichseinrichtung zum Vergleichen der Fehlerwerte eines ersten der verschobenen Blöcke mit dem um einen Faktor modifizierten zweiten der verschobenen Blöcke; eine zweite Vergleichseinrichtung zum Vergleichen der Fehlerwerte des zweiten der verschobenen Blöcke mit dem um einen Faktor modifizierten ersten der verschobenen Blöcke, und eine Einrichtung zum Ausgeben eines Halbpixel-Bewegungsvektorsignals auf der Grundlage dieser Vergleiche.

Die Einrichtung zum Erzeugen eines Halbpixelauflösung-Vektors umfaßt für jede der orthogonalen Achsen: einen ersten und einen zweiten Subtrahierer zum Subtrahieren des Fehlerwerts des Blocks an der Position, die durch den

Einpixelauflösung-Bewegungsvektor definiert ist, vom Fehlerwert des ersten der verschobenen Blöcke bzw. vom Fehlerwert des zweiten der verschobenen Blöcke; erste und zweite Multiplizierereinrichtungen zum Multiplizieren der
5 jeweiligen Subtrahiererausgänge mit Faktoren; einen ersten Komparator zum Vergleichen des Ausgangs des ersten Subtrahierers und des Ausgangs der ersten Multiplizierereinrichtung; einen zweiten Komparator zum Vergleichen des Ausgangs des zweiten Subtrahierers und des Ausgangs der
10 zweiten Multiplizierereinrichtung; und ein NICHT-ODER-Gatter, das als Eingänge die Ausgänge des Komparators besitzt.

Die Sucheinrichtung ist vorzugsweise so konfiguriert, daß
15 sie den Einpixelauflösung-Bewegungsvektor aus der Position des Blocks in dem vorangehenden Vollbild ermittelt, der den kleinsten Fehlerwert erzeugt.

Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird im
20 folgenden beispielhaft mit Bezug auf die Fig. 3 bis 5b der beigefügten Zeichnungen beschrieben, in welchen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild zur Erläuterung einer herkömmlichen Vorrichtung für die Bewegungsschätzung ist;
25

Fig. 2 ein Konzeptschaubild ist, um eine Pixeleinheit und eine Halbpixeleinheit darzustellen;

Fig. 3 ein Blockschaltbild ist, das eine Vorrichtung für
30 die Bewegungsschätzung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 4 ein genaues Blockschaltbild ist, das eine horizontale Halbpixel-Steuervorrichtung der Fig. 3 zeigt; und

21.05.99

Fig. 5(a), 5(b) Konzeptschaubilder sind, die ein Verfahren zum Ermitteln von Bewegungsvektoren einer Halbpixel-Einheit in der horizontalen Halbpixel-Steuvorrichtung sind.

5

Ein Bewegungsvektor eines vorgegebenen Blocks im vorliegenden Vollbild, der einem Suchbereich eines vorangehenden Vollbildes entspricht, wird dargestellt durch $MV = (x, y)$. Hierbei besitzt der Bewegungsvektor MV eine horizontale Komponente des Bewegungsvektors x und eine vertikale Komponente des Bewegungsvektors y . Im folgenden wird die vorliegende Erfindung beschrieben unter Verwendung einer Halbpixeleinheit, einer Art einer Subpixeleinheit.

15

Die Fig. 3 ist ein Blockschaltbild, das eine Vorrichtung zu Bewegungsschätzung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

20

Die Vorrichtung der Fig. 3 umfaßt einen $N_1 \times N_2$ Blockkonstruktor 31 zum Empfangen eines Bildsignals des vorliegenden Vollbildes und Konstruieren von Bildblöcken, die aus $N_1 \times N_2$ Pixeln bestehen; einen $M_1 \times M_2$ Suchbereichskonstruktor 32 zum Empfangen des Bildsignals des vorangehenden Vollbildes und Konstruieren von Bildblöcken, die aus $M_1 \times M_2$ Pixeln bestehen; eine Sucheinrichtung zum Empfangen der Bildsignale die vom $N_1 \times N_2$ Blockkonstruktor 31 und vom $M_1 \times M_2$ Suchbereichskonstruktor 32 ausgegeben werden,

25

Ermitteln eines ersten Bewegungsvektors MV_1 einer Pixeleinheit, Vergleichen der Daten zwischen fünf Bildblöcken, die erzeugt werden durch Bewegung eines Blocks von $N_1 \times N_2$ Größe in jede Richtung um einen Pixel entsprechend in der Mitte eines Referenzpixels innerhalb des vorangehenden Vollbildes, das dem erfaßten ersten Bewegungsvektor MV_1 entspricht, und dem Bildblock innerhalb des vorangehenden Vollbildes, und Erzeugen von Fehlerwerten entsprechend

30

einheit, Vergleichen der Daten zwischen fünf Bildblöcken, die erzeugt werden durch Bewegung eines Blocks von $N_1 \times N_2$ Größe in jede Richtung um einen Pixel entsprechend in der Mitte eines Referenzpixels innerhalb des vorangehenden Vollbildes, das dem erfaßten ersten Bewegungsvektor MV_1 entspricht, und dem Bildblock innerhalb des vorangehenden Vollbildes, und Erzeugen von Fehlerwerten entsprechend

35

21.05.99

dem Ergebnis des Vergleichs; eine Halbpixel-Steuereinrichtung 34 zum Empfangen der Fehler, die von der Sucheinrichtung 33 ausgegeben werden, und Berechnen eines zweiten Bewegungsvektors MV2 in einem Halbpixel-Intervall
5 vertikal und horizontal auf der Grundlage des Referenzpixels; und eine Summierungseinrichtung 37 zum Empfangen des ersten Bewegungsvektor MV1 von der Sucheinrichtung 33 und des zweiten Bewegungsvektors MV2 von der Halbpixel-Steuereinrichtung 34, Summieren und Ausgeben derselben.
10 Die Halbpixel-Steuereinrichtung 34 enthält eine horizontale Halbpixel-Steuervorrichtung 35 zum Erfassen einer Horizontalkomponente des zweiten Bewegungsvektors MV2 und eine vertikale Halbpixel-Steuervorrichtung 35 zum Erfassen einer Vertikalkomponente des zweiten Bewegungsvektors
15 MV2.

Im Bildsignal zweier benachbarter Vollbilder mit zeitlichem Abstand empfängt der $N_1 \times N_2$ Blockkonstruktor 31 ein Bildsignal des vorliegenden Vollbildes und speichert das
20 Eingangssignal in einem Block mit der Größe $N_1 \times N_2$. Gleichzeitig mit dem Eingeben des Bildsignals des vorliegenden Vollbildes empfängt der $M_1 \times M_2$ Suchbereichskonstruktor 32 das Bildsignal des vorangehenden Vollbildes und speichert dieses in einem Block mit der Größe $M_1 \times M_2$,
25 der größer ist als der Block $N_1 \times N_2$. Die Sucheinrichtung 33 empfängt jeweils die Bildsignale des gespeicherten Blocks $M_1 \times M_2$ und des Blocks $N_1 \times N_2$, die ausgegeben werden vom $M_1 \times M_2$ Suchbereichskonstruktor 32 und vom $N_1 \times N_2$ Blockkonstruktor 31.

30

Ein Bewegungsschätzfehler, der erhalten wird durch Schätzen des Bewegungsvektors einer Ganzzahl-Pixeleinheit, wird als P_0 gesetzt. Bewegungsschätzfehler, die erzeugt werden durch Bewegen in jede Richtung um ein Pixel jeweils auf der Grundlage des geschätzten Bewegungsvektors
35 sind jeweils P_1' , P_{-1}' , P_{-1} und P_1 . Der mittlere absolute

21.05.99

Fehler MAE oder der mittlere quadratische Fehler MSE wird verwendet, um Bewegungsschätzfehler zu berechnen. Die Gleichungen zum Berechnen der horizontalen Bewegungsschätzfehler (P_0 , P_1 , P_{-1}) mit dem MAE sind folgende:

$$5 \quad P_0 = \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} |Y(Nk + m, Nl + n) - Y'(Nk + m + x, Nl + n + y)| \quad (1)$$

$$P_1 = \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} |Y(Nk + m, Nl + n) - Y'(Nk + m + x + 1, Nl + n + y)| \quad (2)$$

$$P_0 = \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} |Y(Nk + m, Nl + n) - Y'(Nk + m + x - 1, Nl + n + y)| \quad (3)$$

Hierbei stellt Y das Bildsignal des vorliegenden Vollbildes dar, während Y' dasjenige des vorangehenden Vollbildes darstellt und $N_1 = N_2 = N$ eine Blockgröße ist. Die obigen Gleichungen sind Entsprechungen für (k,l) mal dem Block von oben links im Vollbild. Die vertikalen Bewegungsschätzfehler (P_1' , P_{-1}') können mit dem gleichen
15 Verfahren wie in den obigen Gleichungen berechnet werden.

Die Sucheinrichtung 33 vergleicht in einer Pixeleinheit die Datengröße zwischen dem Bildblock des vorliegenden Vollbildes und mehreren Bildblöcken, die innerhalb des
20 Suchbereichs des vorangehenden Vollbildes vorhanden sind und ähnliche Größen besitzen, und berechnet Bewegungsschätzfehler anhand des Vergleichsergebnisses. Der erste Bewegungsvektor MV_1 einer Ganzzahl-Pixeleinheit wird ermittelt mittels eines Blockortes, an dem der Bewegungsschätzfehler minimal ist, und wird an die Summierungseinrichtung 37 ausgegeben. Die Sucheinrichtung 33 berechnet den Bewegungsschätzfehler (P_{-1} , P_1 , P_0 , P_{-1}' , P_1') anhand des Referenzbildblocks innerhalb des vorangehenden Vollbildes, der ermittelt wird mit dem Bewegungsvektor einer
25 Ganzzahl-Pixeleinheit, und mehreren Bildblöcken, die den
30

21.05.99

Referenzbildblock um ein Pixel verschoben umgeben. Anschließend werden die berechneten Bewegungsschätzfehler (P_{-1} , P_1 , P_0 , P_{-1}' , P_1') an die Halbpixel-Steuereinrichtung 34 ausgegeben. Die vorliegende Erfindung ermittelt
5 gleichzeitig und individuell die horizontalen und vertikalen Komponenten des Bewegungsvektors einer Halbpixel-Einheit. Da jedoch die horizontale Halbpixel-Steuervorrichtung 35 und die vertikale Halbpixel-Steuervorrichtung 36 das gleiche Verfahren verwenden, wird nur ein Verfahren
10 zum Ermitteln der horizontalen Komponente des Bewegungsvektors der Halbpixel-Einheit beschrieben.

Die Fig. 4 ist ein genaues Blockschaltbild, das die horizontale Halbpixel-Steuervorrichtung der Fig. 3 zeigt.

15 Die Vorrichtung der Fig. 4 umfaßt drei Eingangsanschlüsse 41, 42, 43 zum Empfangen der Bewegungsschätzfehler (P_1 , P_0 , P_{-1}); einen ersten Addierer A1 zum Addieren und Ausgeben des Eingangssignals P_1 eines ersten Eingangsanschlusses 41 und des Eingangssignals P_0 eines zweiten
20 Eingangsanschlusses 42; einen zweiten Addierer A2 zum Addieren und Ausgeben des Eingangssignals P_0 des zweiten Eingangsanschlusses 42 und des Eingangssignals P_{-1} eines dritten Eingangsanschlusses 43; einen ersten Komparator
25 CMP1, bei dem ein vorgegebener Eingangsanschluß mit einem Ausgangsanschluß des ersten Addierers A1 verbunden ist, um die Eingangssignale zu vergleichen und auszugeben; einen zweiten Komparator CMP2, bei dem ein vorgegebener Eingangsanschluß mit einem Ausgangsanschluß des zweiten
30 Addierers A2 verbunden ist, um die Eingangssignale zu vergleichen und auszugeben; einen zweiten Multiplizierer M2 zum Multiplizieren des Ausgangssignals des ersten Addierers A1 mit einem vorgegebenen Koeffizienten und Ausgeben eines multiplizierten Wertes an den zweiten
35 Komparator CMP2; einen ersten Multiplizierer M1 zum Multiplizieren des Ausgangssignals des zweiten Addierers

A2 mit einem vorgegebenen Koeffizienten und Ausgeben eines multiplizierten Wertes an den ersten Komparator CMP1; und ein NICHT-ODER-Gatter NOR zum Durchführen einer logischen NICHT-ODER-Funktion für die Ausgangssignale von den Komparatoren CMP1 und CMP2. Die Vorrichtung umfaßt ferner drei Ausgangsanschlüsse 44, 45 und 46, um jedes der Ausgangssignale vom ersten Komparator CMP1, dem NICHT-ODER-Gatter NOR und dem zweiten Komparator CMP2 zu unterscheiden.

10

Die Bewegungsschätzfehler (P_1 , P_0 , P_{-1}), die von der Sucheinrichtung 33 ausgegeben werden, werden in die horizontale Halbpixel-Steuervorrichtung 35 der Halbpixel-Steuereinrichtung 34 eingegeben. Anschließend subtrahiert der erste Addierer A1 das Eingangssignal P_0 des zweiten Eingangsanschlusses 42 vom Eingangssignal P_1 des ersten Eingangsanschlusses 41. Der zweite Addierer A2 subtrahiert das Eingangssignal P_0 des zweiten Eingangsanschlusses 42 vom Eingangssignal P_{-1} des dritten Eingangsanschlusses 43. Die ersten und zweiten Multiplizierer M1, M2 multiplizieren einen vorgegebenen Koeffizienten mit jedem der Eingangssignale und geben das multiplizierte Ergebnis an die Komparatoren CMP1, CMP2 aus, die jeweils mit dem Ausgang der Multiplizierer verbunden sind. Ein Differenzwert (a) zwischen P_0 und P_{-1} und (b) zwischen P_0 und P_1 wird jeweils in den zweiten Komparator CMP2 bzw. den ersten Komparator CMP1 eingegeben. Somit vergleicht der erste Komparator CMP1 die Ausgangssignale vom ersten Addierer A1 und vom ersten Multiplizierer M1 und gibt diese aus. Der zweite Komparator CMP2 vergleicht die Ausgangssignale vom zweiten Addierer A2 und vom zweiten Multiplizierer M2 und gibt diese aus.

Die Fig. 5(a) und 5(b) sind Konzeptionsschaubilder, die ein Verfahren zum Ermitteln von Bewegungsvektoren einer Halbpixeleinheit in der horizontalen Halbpixel-Steuervor-

richtung 35 zeigen. Die Fig. 5(a) zeigt, daß der Bewegungsvektor einer Halbpixel-Einheit links vom Bewegungsvektor MV einer Pixeleinheit vorhanden ist, während Fig. 5(b) zeigt, daß der Bewegungsvektor MV einer Halbpixel-Einheit rechts vom Bewegungsvektor einer Pixeleinheit vorhanden ist.

In Fig. 5(a) stellt das Maß, um das P_1 größer ist als P_{-1} (d. h. b ist größer als a), den Bewegungsvektor MV dar, der ca. 1/2 vom ersten Bewegungsvektor MV1 einer Pixeleinheit nach links verschoben ist. In Fig. 5(b) stellt das Maß, um das P_{-1} auf der Grundlage von P_0 größer ist als P_1 (d. h. a ist größer als b), den Bewegungsvektor MV dar, der ca. 1/2 vom ersten Bewegungsvektor MV1 einer Pixeleinheit nach rechts verschoben ist.

In Fig. 5(a) ist in dem Fall, daß P_1 auf der Grundlage von P_0 größer ist als P_{-1} , nur der Ausgang 44 des ersten Komparators CMP1 auf "Hochpegel". Somit gibt die horizontale Halbpixel-Steuervorrichtung 35 "-1/2" aus, den horizontalen Komponentenwert des zweiten Bewegungsvektors MV2. In Fig. 5 (b) ist in dem Fall, daß P_{-1} auf der Grundlage von P_0 größer ist als P_1 , nur der Ausgang 46 des zweiten Komparators CMP2 auf "Hochpegel". Somit gibt die horizontale Halbpixel-Steuervorrichtung 35 "1/2" aus, den horizontalen Komponentenwert des zweiten Bewegungsvektors MV2. Wenn P_1 und P_{-1} auf der Grundlage von P_0 gleich sind, sind die Ausgangssignale der zwei Komparatoren CMP1, CMP2 alle auf "Niedrigpegel". Somit empfängt das NICHT-ODER-Gatter NOR Niedrigpegelwerte, wobei sein Ausgangssignal "Hochpegel" annimmt. Dementsprechend wird die horizontale Komponente des zweiten Bewegungsvektors MV2 gleich "0".

Die Summierungseinrichtung 37 empfängt den zweiten Bewegungsvektor MV2 und addiert diesen zum ersten Bewegungs-

21.05.99

vektor MV1 einer Pixeleinheit, der von der Sucheinrichtung 33 erhalten wird, wodurch der zweite Bewegungsvektor MV2 einer Halbpixel-Einheit geschätzt wird.

- 5 Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bewegungsschätzung gemäß der vorliegenden Erfindung vergleicht Bildsignale von Bildblöcken innerhalb eines vorangehenden Vollbildes entsprechend einem Bewegungsvektor, der unter Fehlerwerten ermittelt wird, die zum Ermitteln des Bewegungsvektors einer Pixeleinheit verwendet werden, und den umgebenden Bildblöcken, die erzeugt werden durch Bewegen des Referenzblocks in jede Richtung um ein Pixel bezüglich des Bildsignals der Bildblöcke innerhalb eines vorliegenden Vollbildes, in dem die Bewegungsschätzung durchgeführt wird, und erzeugt anschließend Fehlerwerte entsprechend den Vergleichsergebnissen. Durch vertikales Vergleichen der erzeugten Fehlerwerte wird eine Vertikalkomponente im Bewegungsvektor einer Halbpixel-Einheit ermittelt. Durch horizontales Vergleichen der erzeugten Fehlerwerte wird eine Horizontalkomponente des Bewegungsvektors einer Halbpixel-Einheit ermittelt. Dementsprechend führt die vorliegende Erfindung zu einer größeren Effizienz, um die zu verarbeitende Datenmenge für die Ermittlung des Bewegungsvektors einer Halbpixel-Einheit zu reduzieren.
- 10
15
20
25

21.05.99

93 904 378.2

5

Patentansprüche

1. Bewegungsschätzverfahren für ein Bildsignal, mit den folgenden Schritten:

10 Vergleichen eines Pixelblocks eines Vollbildes eines Bildsignals mit gleich großen Pixelblöcken innerhalb eines Bereichs des vorangehenden Vollbildes, um einen Fehlerwert für jeden möglichen Vergleich zu erzeugen;

15 Erzeugen eines Einpixelauflösung-Bewegungsvektors (MV1) anhand der Fehlerwerte;

Erzeugen eines Halbpixelauflösung-Bewegungsvektors (MV2) anhand des Fehlerwerts des Blocks an der durch den Einpixelauflösung-Bewegungsvektor identifizierten Position und der Fehlerwerte für die Blöcke an den Positionen, die hiervon um ein Pixel längs zweier zueinander senkrechter Achsen versetzt sind; und

20

Summieren der Einpixel- und Halbpixelauflösung-Bewegungsvektoren, um einen Ausgangsbewegungsvektor (MV) zu erzeugen,

25 dadurch gekennzeichnet, daß

die Erzeugung des Halbpixelauflösung-Vektors für jede der zueinander senkrechten Achsen die folgenden Schritte enthält:

30 Vergleichen der Fehlerwerte (P_1 , P_{-1} , P'_1 , P'_{-1}) eines ersten der versetzten Blöcke mit dem durch einen Faktor modifizierten zweiten der versetzten Blöcke;

Vergleichen der Fehlerwerte (P_1 , P_{-1} , P'_1 , P'_{-1}) des zweiten der versetzten Blöcke mit dem durch einen Faktor modifizierten ersten der versetzten Blöcke; und

35 Ausgeben eines Halbpixel-Bewegungsvektorsignals anhand der Vergleiche.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Vergleiche der Fehlerwerte der ersten und zweiten versetzten Blöcke die folgenden Schritte enthalten:

- 5 Bestimmen der Differenz zwischen jedem der Fehlerwerte (P_1 , P_{-1} , P'_1 , P'_{-1}) versetzter Blöcke und des Fehlerwerts (P_0) für den Block an der durch den Einpixelauflösung-Bewegungsvektor identifizierten Position, um erste und zweite differentielle Werte (a , b) zu erzeugen;
- 10 Vergleichen des ersten differentiellen Wertes (a) mit dem mit einem Faktor multiplizierten zweiten differentiellen Wert (b); und
- Vergleichen des zweiten differentiellen Wertes (b) mit dem mit einem Faktor multiplizierten ersten
- 15 differentiellen Wert (a).

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem der Schritt des Ausgebens eines Halbpixel-Bewegungsvektorsignals anhand der Vergleiche die folgenden Schritte enthält:

- 20 Ausgeben eines ersten Signals, falls der erste differentielle Wert größer als der mit einem Faktor multiplizierte zweite differentielle Wert ist;
- Ausgeben eines zweiten Signals, falls der zweite differentielle Wert größer als der mit einem Faktor
- 25 multiplizierte erste differentielle Wert ist; und
- Ausgeben eines dritten Signals, falls weder der erste differentielle Wert größer als der mit einem Faktor multiplizierte zweite differentielle Wert ist noch der
- 30 zweite differentielle Wert größer als der mit einem Faktor multiplizierte erste differentielle Wert ist,
- wobei die ersten, zweiten und dritten Signale die Halbpixelauflösung-Bewegungsvektorstufenwerte $+1/2$ Pixel, $-1/2$ Pixel und 0 Pixel angeben.

- 35 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei dem der Einpixelauflösung-Bewegungsvektor anhand der Position des

Blocks bei der vorangehenden Erzeugung des kleinsten Fehlerwerts bestimmt wird.

5. Bildsignal-Bewegungsschätzeinrichtung, mit:
- 5 einer Sucheinrichtung (33) zum Vergleichen eines Pixelblocks eines Vollbildes eines Bildsignals mit gleich großen Pixelblöcken innerhalb eines Bereichs des vorangehenden Vollbildes, um einen Fehlerwert für jeden möglichen Vergleich zu erzeugen, und zum Erzeugen eines Einpixelauflösung-Bewegungsvektors anhand der Fehlerwerte;
- 10 einer Einrichtung (34) zum Erzeugen eines Halbpixelauflösung-Bewegungsvektors anhand des Fehlerwerts des Blocks an der durch den Einpixelauflösung-Bewegungsvektor identifizierten Position und der Fehlerwerte für die
- 15 Blöcke an den Positionen, die hierzu längs zweier zueinander senkrechter Achsen um ein Pixel versetzt sind; und
- einer Einrichtung (37) zum Summieren der Einpixel- und Halbpixelauflösung-Bewegungsvektoren, dadurch gekennzeichnet, daß
- 20 die Einrichtung zum Erzeugen des Halbpixelauflösung-Vektors für jede der zueinander senkrechten Achsen enthält:
- eine erste Vergleichseinrichtung (A1, A2, M2, CMP2) zum Vergleichen der Fehlerwerte der ersten der
- 25 versetzten Blöcke mit dem durch einen Faktor modifizierten zweiten der versetzten Blöcke;
- eine zweite Vergleichseinrichtung (A1, A2, M1, CMP1) zum Vergleichen der Fehlerwerte des zweiten der versetzten Blöcke mit dem durch einen Faktor modifizierten
- 30 ten ersten der versetzten Blöcke; und
- eine Einrichtung (NOR, 44, 45, 46) zum Ausgeben eines Halbpixel-Bewegungsvektorsignals anhand der Vergleiche.
- 35 6. Bewegungsschätzeinrichtung nach Anspruch 5, bei der die Einrichtung zum Erzeugen des Halbpixel-Auflö-

sungsvektors für jede der zueinander senkrechten Achsen enthält:

5 einen ersten und einen zweiten Subtrahierer (A2, A1) zum Subtrahieren des Fehlerwerts (P_0) des Blocks an der durch den Einpixelauflösung-Bewegungsvektor identifizierten Position von dem Fehlerwert (P_{-1} , P'_{-1}) des ersten der versetzten Blöcke bzw. vom Fehlerwert (P_1 , P'_1) des zweiten der versetzten Blöcke;

10 eine erste und eine zweite Multiplikationseinrichtung (M2, M1) zum Multiplizieren jeweiliger Ausgänge der Subtrahierer (A2, A1) mit Faktoren;

 einen ersten Komparator (CMP2) zum Vergleichen des Ausgangs des ersten Subtrahierers (A2) und des Ausgangs der ersten Multiplikationseinrichtung (M2);

15 einen zweiten Komparator (CMP1) zum Vergleichen des Ausgangs des zweiten Subtrahierers (A1) und des Ausgangs der zweiten Multiplikationseinrichtung (M1); und

 ein NOR-Gatter, das als Eingänge die Ausgänge der Komparatoren (CMP1, CMP2) besitzt.

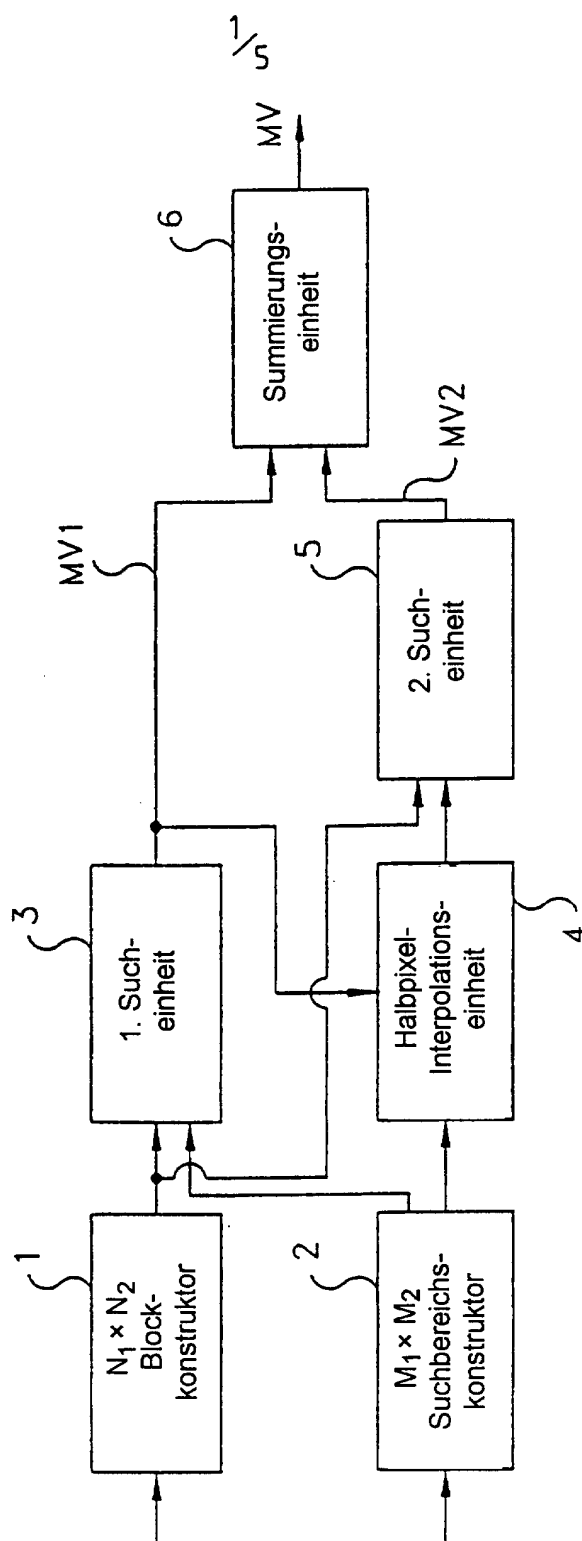
20

7. Bewegungsschätzeinrichtung nach Anspruch 5 oder 6, bei der die Sucheinrichtung so konfiguriert ist, daß sie den Einpixelauflösung-Bewegungsvektor anhand der Position des Blocks bei der vorangehenden Erzeugung des

25 kleinsten Fehlerwertes bestimmt.

21.05.99

FIG. 1 (Stand der Technik)



21.05.99

2/5

FIG. 2 (Stand der Technik)

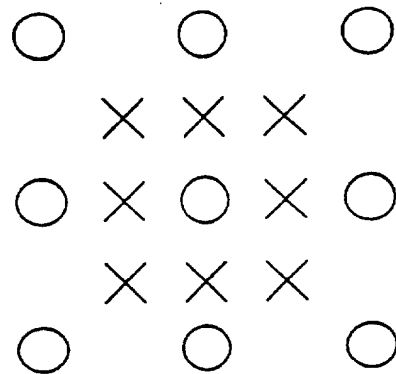


FIG. 3

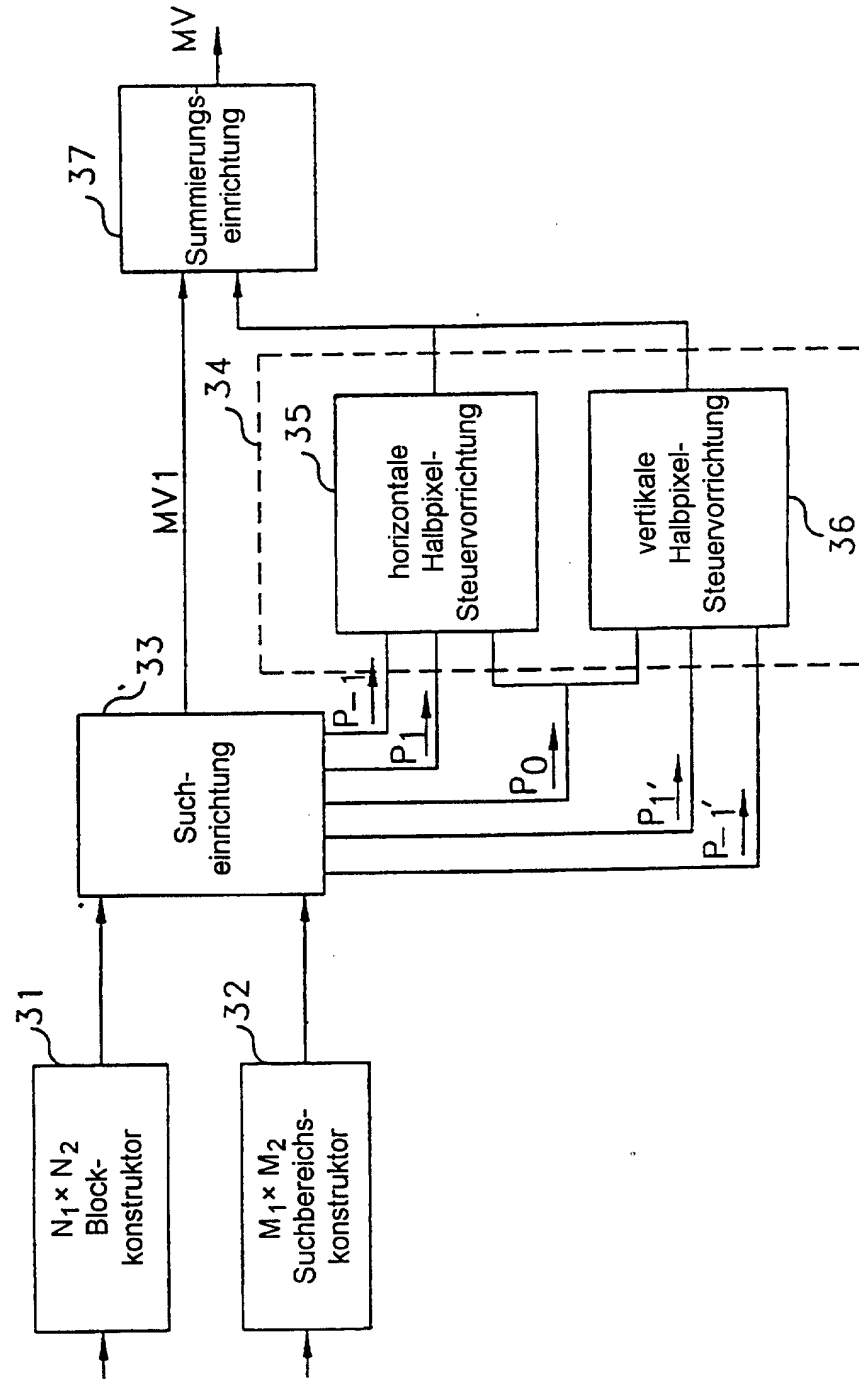
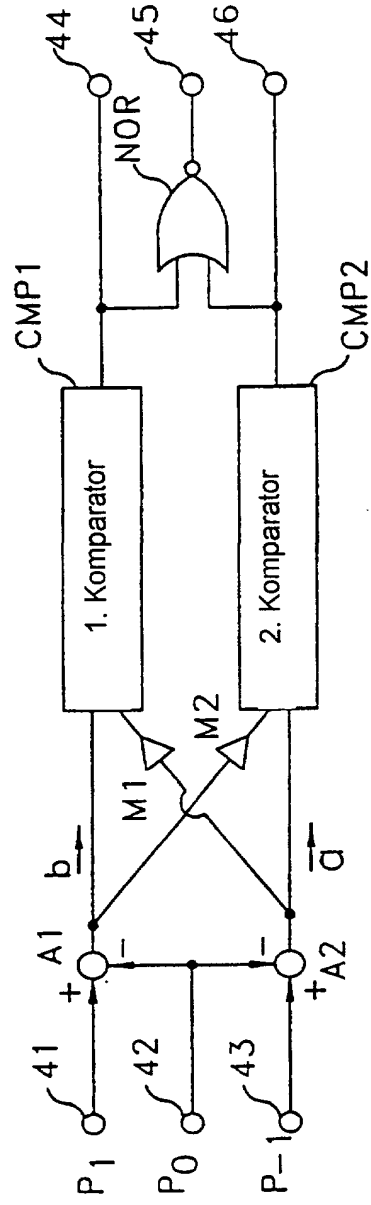


FIG. 4



21.05.99

5/5

FIG. 5

